

TUSSEN GROND EN WATER

INAUGURELE REDE

GEHOUDEN BIJ DE AANVAARDING VAN HET
AMBT VAN HOOGLEERAAR IN DE AGROHYDROLOGIE
AAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN
OP 8 FEBRUARI 1968

DOOR

Dr. Ir. W. H. VAN DER MOLEN

H. VEENMAN & ZONEN N.V.-WAGENINGEN

*Mijne Heren Leden van het Bestuur van de
Landbouwhogeschool,
Mijnheer de Rector Magnificus,
Dames en Heren Hoogleraren, Lectoren,
Docenten en Leden van de Wetenschappelijke
Staf,
Dames en Heren Studenten
en voorts Gij allen, die door Uw aanwezigheid
blijk geeft van Uw belangstelling.*

Zeer geachte Toehoorders,

Tussen grond en water, tussen het vaste land en de steeds stromende en bewegende vloeistof, ligt in de natuur meestal een duidelijke grens. Afhankelijk van het uitgangspunt van de beschouwer kan deze grens een kustlijn zijn, een oever of een grensvlak tussen een vaste en een vloeibare fase.

In de wetenschap van de geomorfologie, die de vormen van de aarde op macro-schaal bestudeert, is de kustmorfologie een belangrijk onderdeel. De landaanwinger, die tracht te voorzien in de schaarste aan land, maakt vaak een dankbaar gebruik van processen, die reeds in de natuur bij de opbouw van kustgebieden voorkomen en poogt deze te richten naar een hem welgevallig doel, daarbij een menselijke factor toevoegend aan de vele natuurlijke.

Aan de andere zijde van de schaal, in de micro-wereld van moleculen en kristalroosters, spelen zich aan het grensvlak tussen de vloeibare en de vaste fase talrijke fysische en chemische processen af, die niet alleen uiterst belangwekkend zijn, maar die tevens een zeer grote praktische betekenis bezitten. Hier is het de landbouwer, die door allerlei maatregelen zodanige veranderingen in dit grensvlak teweeg brengt, dat een voor hem zo gunstig mogelijke uitkomst verkregen wordt.

Het is welbekend, dat dergelijke grensgebieden een zeer sterke aantrekkingskracht uitoefenen. Op moleculaire schaal zijn de grensvlakken tussen vaste en vloeibare fase de zetel van de adsorptie van ionen, op macro-schaal zijn de kusten en oevers plaatsen, waar allerlei levensvormen zijn geconcentreerd. Tot deze veelheid van levensvormen behoort zeker ook de mens, die voor zijn verpozing een zeer sterke voorkeur aan de dag pleegt te leggen voor stranden en oevers en die deze dikwijls in overstelpende mate, zij het slechts tijdelijk, bevolkt.

Uitgaande van dit recreatieve aspect van het grensvlak zou ik gaarne enige tijd Uw aandacht willen vragen voor een domein, gelegen tussen de grote afmetingen van de geomorfologie en de zeer kleine van de moleculaire processen en enige beschouwingen willen wijden aan de betrekkingen tussen bodem en grondwater.

Ik moge U daarbij in gedachten terug voeren naar onze jeugd, waar wij allen wel eens enige tijd, gewapend met een eenvoudig graafwerktuig, aan een strand hebben doorgebracht. Een van onze kuilen kwam daarbij ongetwijfeld te liggen op een gedeelte van het strand, dat nog slechts kort geleden, bij het voorafgaande hoogwater, door de zee was overspoeld en het is deze kuil, die ik hierbij in Uw herinnering wil terugroepen.

Even pril als wij destijds waren, beschouwt de bodemkundige het strand zelf: het is een grond, die nog ongevormd is en nog geheel uit het uitgangsmateriaal bestaat. Er kan in principe nog allerlei uit ontstaan en de bodemkundige kenmerken zijn nog zo weinig uitgesproken, dat de bodem in de Nederlandse bodemklassifikatie tot de vaaggronden wordt gerekend. Bij het graven kwamen dan ook geen kenmerkende bodemhorizonten aan het licht, hoogstens laagjes van verschillende grofheid. Al gravend maakten wij echter kennis met enkele andere bodemkundige grootheden. Het zand schuurde een beetje aan de huid en als het in zee werd geworpen, bleef het water helder, terwijl de korrels spoedig bezonken. Deze eigenschappen geven aanwijzingen over de verdeling van de korrelgrootte en zijn daarmee tevens belangrijke indicaties voor de fysische eigenschappen van het materiaal.

Voortgaande met graven werd tenslotte een niveau bereikt, waar bij water begon toe te stromen. Daarbij treedt in het zand een merkwaardige en plotselinge verandering van eigenschappen op. Was het voordien wel vochtig, maar toch tamelijk vast en redelijk samenhangend, nadien is het bijna een vloeistof geworden. Alle pogingen dieper door te dringen leidden daardoor nauwelijks tot een verdieping, maar wel tot een vergroting van de kuil.

Als men na deze teleurstellende ervaring het verdere graven staakte, begon het mengsel van zand en water zienderogen te stijgen. Na enige tijd hield deze zettingsvloeiing op, waarna het water nog enige tijd bleef toestromen, zodat ten slotte de bodem van de kuil met een dun laagje water was bedekt. Natuurlijk werd even getracht dit water te drinken, maar het bleek, tot onze teleurstelling, even bitter en zout te zijn als zeewater.

Het is merkwaardig, dat bij dit strandvermaak allerlei betrekkingen tussen bodem en water tot uiting komen. De doorlatendheid van de grond manifesteert zich in de stijgsnelheid van het grondwater in de gegraven kuil, het uiteindelijk bereikte waterpeil vertegenwoordigt het freatisch niveau, de kwaliteit van het grondwater

werd beproefd en de invloed van het water op allerlei grondmechanische eigenschappen trad duidelijk aan het licht.

Maar onmiddellijk na het verrichten van deze waarnemingen over een groot aantal belangwekkende verschijnselen werd in jeugdige overmoed, zonder eerst te trachten deze te doorgronden, overgegaan tot het onderzoek van afvoerprocessen. Door een geultje te graven naar zee hoopte men, van vaderlandse gedachten over inpoldering vervuld, de kuil droog te leggen. Het water liep inderdaad snel weg, maar de afvoer bleef daarna nog verrassend lang doorgaan, eerst vrij snel, later steeds langzamer. En na deze modelproef over de niet-permanente, immers met de tijd veranderende afvoer van grondwater veronderstellen wij dat de jeugdige onderzoeker zich ging wijden aan het verzamelen van schelpen, aldus het vakgebied der zoölogie betredend en daarmee onze gezichtskring verlatend.

Het strand kan zich, evenals het kind, verder ontwikkelen, bijvoorbeeld doordat het als gevolg van een natuurlijke daling van de zeespiegel, door rijzing van het land of ten gevolge van de activiteiten van de landaanwinnende mens buiten het bereik van de getijden geraakt. In dat geval zullen er zowel in bodemkundig als in hydrologisch opzicht belangrijke veranderingen optreden. Enerzijds leiden deze veranderingen tot een bodemvorming, dus tot de ontwikkeling van een bodemprofiel in het oorspronkelijk ongedifferentieerde uitgangsmateriaal. Anderzijds, in hydrologisch opzicht, leiden zij in voldoende regenrijke klimaten tot een vervanging van het oorspronkelijk aanwezige zoute grondwater door zoet. Dat dit zoete grondwater in goed en diep doorlatende zandgronden een lens vormt van geringere dichtheid, die in dynamisch evenwicht rust op het onderliggende nog zoute water, behoeft ik in het land, waar deze verschijnselen voor het eerst en reeds in 1887 door Badon Gyben zijn beschreven, nauwelijks te vermelden.

Beide soorten van verandering zijn niet onafhankelijk van elkaar. De bodemvorming wordt door velerlei, vaak nog slechts ten dele bekende processen bepaald, maar zij is zeker niet onafhankelijk van de hoeveelheid water, die door de bovenste lagen passeert op weg naar het verzoetende grondwater. Tijdens deze passage transporteert het allerlei stoffen in neerwaartse richting en levert daarbij een belangrijke bijdrage tot de ontwikkeling van de bodem.

Immers, vele reacties, die in de grond optreden, bezitten een reversibel karakter, hetgeen leidt tot het ontstaan van evenwichten in de bodem. Zo zal er in het algemeen een evenwicht bestaan tussen de vaste en de vloeibare fase, dus tussen bodem en bodemvocht. Hierdoor komen de reversibele processen, die in de bodem voorkomen, al spoedig tot stilstand, tenzij de produkten, die bij deze reacties gevormd worden, ook worden afgevoerd. Omgekeerd zullen processen, die teweeg gebracht worden door toevoer van bepaalde

stoffen met het grondwater, slechts dan tot belangrijke veranderingen kunnen leiden indien gedurende geruime tijd een voortgaande aanvoer van deze stoffen plaats vindt.

In de bovengrond worden deze transporten, voor zover zij door bewegingen van het bodemvocht worden teweeg gebracht, in hoge mate bepaald door de waterbalans van de bodem. Neerslag en verdamping, bergend vermogen en afvoer, kwel en wegzijging zijn posten van deze waterbalans en zij oefenen ieder voor zich, maar vooral in onderling samenspel hun invloed uit. Dat bij de bodemvorming de neerslag een van de voornaamste factoren is, heeft men reeds bij de ontdekking van de samenhang tussen bodemzones en klimaatzones onderkend. Een andere zeer belangrijke factor, de temperatuur, kan eveneens in verband gebracht worden met de waterbalans, namelijk via de verdamping. Doordat zowel de verdamping als de temperatuur beide in hoge mate worden bepaald door de stralingsbalans van het aardoppervlak, bestaat er tussen deze beide grootheden een sterke correlatie. Hoe hoger de temperatuur, des te groter zal meestal ook de verdamping zijn en daarmee tevens dat gedeelte van de neerslag, dat niet deelneemt aan het transport van stoffen uit de bovenste lagen naar de diepere ondergrond. Bij eenzelfde hoeveelheid neerslag zullen de bodems dus onder relatief drogere omstandigheden worden gevormd, naarmate de temperatuur hoger is. Op overeenkomstige wijze zal ook in de gematigde luchtstreken een zekere hoeveelheid regen, vallend in de zomer, veel minder effectief zijn voor het transport dan eenzelfde hoeveelheid neerslag in de winter.

Een derde faktor is het uitgangsmateriaal, waarin de bodem gevormd wordt. Bezien wij de meest voorkomende basismaterialen eens uit het oogpunt van hun invloed op de waterbalans, dan zien wij, dat verschillen in textuur leiden tot verschillen in vochthoudend vermogen. Uit landbouwkundig oogpunt zijn dergelijke verschillen vaak zeer belangrijk, vooral in klimaten, waar tijdelijk optredende ochttekorten aanwezig zijn van een zodanige grootte, dat zij door onttrekking van bodemvocht kunnen worden overbrugd. Onder dergelijke omstandigheden, zoals die ook in ons land voorkomen, wordt dan ook de geschiktheid van de verschillende gronden voor de landbouw voor een belangrijk gedeelte door hun vochthoudend vermogen bepaald. Toch is dit vochthoudend vermogen niet alleen direct van grote betekenis voor de plantengroei en daarmee voor de landbouw, maar oefent het tevens invloed uit op de bodemvorming en dus wederom, maar nu op indirecte wijze, op de groei van de gewassen.

In klimaten, waarin droge en natte seizoenen elkaar afwisselen, waarin dus tijden waarin de neerslag de verdamping overtreft worden gevolgd door perioden, waarin het omgekeerde het geval is, zal de bodem beurtelings uitdrogen en weer bevochtigd worden.

Hoe groter nu de mogelijkheid tot berging van vocht in de bovengrond, des te langer zal het duren voordat dit reservoir in de natte tijd weer wordt gevuld en des te geringer zal ook de afvoer naar de ondergrond zijn.

In principe zal dus een materiaal als grof zand, dat als gevolg van zijn textuur een gering vochthoudend vermogen bezit, in eenzelfde klimaat meer water aan de ondergrond afstaan dan een materiaal van fijnere textuur. Het is dus te verwachten, dat de minder vochthoudende gronden zich ten opzichte van de meer vochthoudende zo zullen ontwikkelen, alsof zij in een vochtiger klimaat waren gelegen.

Een ander gevolg van de reservoir-eigenschappen van het doorwortelde profiel is, dat de oppervlakkig gelegen lagen een andere waterbalans bezitten dan de dieper gelegen gedeelten. De hoogst gelegen lagen zijn daardoor onderworpen aan een bodemklimaat, dat aanzienlijk vochtiger is dan het bodemklimaat op grotere diepte, een verschil, dat kan bijdragen tot een differentiatie van het bodemprofiel in verschillende bodemhorizonten.

Het spreekt overigens vanzelf, dat een zo gecompliceerd verschijnsel als de bodemvorming zeker niet uitsluitend uit de waterbalansen kan worden verklaard. Het zou mij echter te ver van de kustlijn, waarvan ik ben uitgegaan, wegvoeren indien ik hier zou trachten ook deze andere factoren in mijn beschouwingen te betrekken.

Oefent dus de waterbalans van de grond invloed uit op de bodemvorming, omgekeerd beïnvloedt de bodem het grondwater. De afvalprodukten van de bodemvorming, de componenten, die de bodemkundige uit zijn profielen heeft verloren, moeten zich voegen bij het grondwater, dat na kortere of langere tijd, al dan niet onderweg in samenstelling gewijzigd, weer aan de dag treedt. Daardoor kunnen uit analyses van het bodemvocht zelf, uit grondwateranalyses en zelfs uit gegevens over de samenstelling van het water van bronnen of rivieren dikwijls zeer nuttige en verhelderende aanwijzingen worden verkregen.

Het voedselarme, oligotrofe water van de vennen op de heide staat in natuurlijke relatie tot de omringende voedselarme podzolgronden. Naarmate deze gronden door bemesting zijn gewijzigd in bodems, die nog wel de morfologie maar niet meer de oorspronkelijke voedselarmoede van de podzolen bezitten, zijn ook de oligotrofe vennen en plassen schaarser geworden en dreigen zij zelfs verloren te gaan. Worden dergelijke vennen nog grotendeels met regenwater en slechts ten dele met grondwater gevoed, ook het grondwater, dat in dergelijke gebieden wordt aangetroffen is in de regel eveneens arm aan opgeloste bestanddelen, tenzij het op zijn weg door de grond stoffen heeft opgenomen uit rijkere lagen.

Overeenkomstige verschijnselen treft men aan in de tropen, waar,

zoals bekend, op oude landoppervlakken zeer ver verweerde en daardoor sterk verarmde bodems aanwezig zijn. Het water uit dergelijke gebieden heeft dan ook, in overeenstemming hiermede, een zeer laag gehalte aan opgeloste zouten, zo laag zelfs, dat het vaak in grote hoeveelheden meegevoerde slib als gevolg van de zeer geringe electrolytconcentraties slechts zeer langzaam tot bezinking kan komen. Dergelijk water blijft dan ook, als men het rustig laat staan, nog dagenlang troebel, omdat de gesuspendeerde kleideeltjes zeer weinig tot uitvlokken geneigd zijn.

Is dus in gebieden, waar reeds gedurende lange tijd de waterbalans van de grond een belangrijk overschot vertoont, een combinatie van arme gronden en electrolytarm grondwater aanwezig, anderzijds vindt men in streken, waar nauwelijks een wateroverschot optreedt meestal veel hogere zoutconcentraties in het grondwater. Deze concentraties worden in de regel hoger, naarmate het water een langere weg door de grond heeft afgelegd. Komt dergelijk grondwater elders weer te voorschijn, dan kan het aan de bodem zeer aanzienlijke hoeveelheden zouten toevoegen. Het is dan ook niet verwonderlijk, dat plaatsen, waar men gronden aantreft met een hoog zoutgehalte of met een hoge natriumbezetting veelal tevens plaatsen zijn, waarheen een ondergrondse wateraanvoer plaats vindt. Daarbij is in de regel in het grondwater een opwaarts gerichte gradiënt aanwezig, terwijl er tevens een duidelijke verwantschap valt te bespeuren tussen het type van verzilting in de bovengrond en de in het grondwater opgeloste stoffen.

Zo is het bekend, dat in de Grote Hongaarse Laagvlakte, waar op vele plaatsen accumulaties optreden van natrium-bicarbonaat en carbonaat, het grondwater tot op grote diepte eveneens zouten bevat, die voor een aanzienlijk deel uit natrium en bicarbonaationen bestaan. Dit laatste kan geen gevolg zijn van processen, die zich nabij de oppervlakte afspelen, omdat in de vlakte het diepe grondwater een overdruk blijkt te bezitten ten opzichte van het ondiepe, freatische grondwater en er dus een neiging tot opkwellen van diep grondwater aanwezig is.

In tegenstelling tot deze bicarbonaat-verzilting van Hongarije is in Tunesië onder afvoerloze depressies een opstijgende grondwaterstroom aanwezig, die voornamelijk chloriden in oplossing bevat. In overeenstemming daarmee treedt dan ook in deze depressies, sekra's geheten, een zeer sterke ophoping van zouten op, die voor het grootste gedeelte uit natriumchloride bestaan.

Overigens is het verband tussen kwel en verzilting niet beperkt tot semi-aride gebieden: het verschijnsel is reeds in 1938 door Zuur beschreven voor de Wieringermeerpolder en het komt dus ook, zij het alleen onder bijzondere omstandigheden, voor in klimaten, waar in het algemeen de uitspoeling van zouten domineert over de accumulatie.

Uit het voorgaande blijkt, dat de bekende relatie tussen de geomorfologie van een gebied en de verdeling van zoute gronden — een van de vele betrekkingen tussen landschap en bodem — geen direct en oorzakelijk verband weergeeft, maar een indirecte betrekking waarbij het grondwater als tussenschakel dienst doet. Dit water, dat als grondwaterstroom een gedeelte van zijn reeds eerder van deze plaats beschreven kringloop volbrengt, doet daarbij dienst als transportmedium voor de opgeloste stoffen, die eveneens aan een dergelijke kringloop onderworpen zijn.

Een nadere vergelijking van de beide kringlopen, die van het water en die van de opgeloste stoffen, leidt tot enige opmerkelijke parallellen: zo blijken zoute gronden equivalent te zijn met gronden, die van wateroverlast te lijden hebben. In de bodemkunde is dit reeds lang bekend en geformuleerd als de uitspraak, dat de solonchaks (dat zijn de zoute gronden) van de droge klimaten overeenkomen met de gleygronden (dat zijn de gronden, die door het grondwater worden beïnvloed) van de vochtiger gebieden. Beide vindt men op analoge plaatsen in het landschap, bij beide is er sprake van een landbouwkundig ongewenste stagnatie in de kringloop en in beide gevallen is de remedie dezelfde, namelijk een verbetering van de afvoer. Zelfs het technische middel is in beide gevallen analoog: door een verbeterde ontwatering zullen zowel de afvoer van overtollig water als de afvoer van zouten zodanig versneld kunnen worden, dat de gronden voor de landbouw bruikbaar worden of, in minder ernstige gevallen, dat hun bruikbaarheid aanzienlijk wordt verhoogd.

Toch is de parallel niet meer dan in principe aanwezig. Voor de cultuurtechnicus, die zich de verbetering van dergelijke gronden ten doel heeft gesteld, blijkt in de praktijk het opheffen van wateroverlast vaak veel eenvoudiger te zijn dan de ontzilting. Bepaalde verschijnselen kunnen de doorlatendheid van zware, dus kleirijke gronden zodanig verminderen, dat een afvoer van zouten met percolerend water nauwelijks tot stand kan komen. Deze verschijnselen kunnen een gevolg zijn van de aanwezigheid van een overmaat aan natriumionen, maar dit is geen noodzakelijke voorwaarde. Sommige, vaak donker gekleurde kleigronden, die door de bodemkundigen tot de Vertisolen worden gerekend kunnen bij bevochtiging zo sterk zwellen, dat daarin nauwelijks meer een passage van water mogelijk is. Dergelijke gronden komen vooral voor in semi-aride klimaten, waar zij zeer aanzienlijke oppervlakten beslaan. Zij zijn niet gemakkelijk te bevoeien, vaak moeilijk te bewerken en dikwijls enigszins zout, maar anderzijds blijken zij, indien zij op de juiste wijze worden behandeld, zeer goede oogsten te kunnen leveren. Zijn zij echter te zout, dan is de verbetering ervan zeer moeilijk, zelfs indien zij worden voorzien van een gecombineerd stelsel van bevoeijing en ontwatering.

De steeds noodzakelijke samenwerking tussen cultuurtechnici en bodemkundigen is juist in dergelijke gevallen bijzonder urgent, niet alleen om de verbreiding van deze gronden tijdig te kunnen onderkennen, maar ook en vooral om door gezamenlijk beraad en gezamenlijk onderzoek te trachten de door de zwelling gestremde kringlopen van water en zout weer op gang te brengen. Een oplossing van dit speciale en tot nu toe onopgeloste vraagstuk zou in de semi-aride gebieden voor grote arealen met potentieel vruchtbare gronden van betekenis kunnen zijn.

Een ander element, waarvan de kringloop ten dele samenhangt met die van het water is het ijzer. Dit element is veel minder beweeglijk dan de gemakkelijk oplosbare zouten, omdat het, vooral waar het met de lucht in aanraking komt, moeilijk oplosbare verbindingen kan vormen. Toch is het gedeelte van het ijzer, dat aan de kringloop van het water deelneemt van grote praktische betekenis, voornamelijk omdat het aanleiding geeft tot de vorming van hinderlijke en schadelijke neerslagen.

Evenals de zouten in droge gebieden, vormt ook het ijzer accumulaties op punten waar grondwater aan de dag treedt, nu echter ook in vochtiger klimaten. Een voorbeeld daarvan zijn de vindplaatsen van ijzeroer in de beekdalen bij Barneveld, door Oosting in 1937 beschreven. Dergelijk ijzeroer is eertijds veelvuldig gedolven en ten dele voor de bereiding van het metaal gebruikt. Voor de cultuurtechnicus is het ijzer dikwijls een bron van moeilijkheden. Het kan het water in vijvers en waterpartijen, die voor recreatie of voor verfraaiing van de omgeving moeten dienen, bruin en troebel maken, het kan ook in grote hoeveelheden neerslaan in en rondom drainbuizen, daarbij zeer hinderlijke verstoppingen veroorzakend. Omdat dergelijke massale neerslag van ijzer vooral in kwelsituaties voorkomt, treden dergelijke verstoppingen bij voorkeur op in terreinen, waar toch reeds als gevolg van de kwel grotere hoeveelheden water moeten worden afgevoerd dan elders.

Overeenkomstige ijzerverplaatsingen treden eveneens op in de bodem. De bijzondere kenmerken, die daardoor worden veroorzaakt, de gleyverschijnselen, stellen de bodemkundige in de gelegenheid uitspraken te doen over de waterhuishouding van de grond. Zij vormen als het ware het bodemkundige equivalent van de grondwaterstandsbuis. Een vergelijking tussen beide meetmethoden voor de diepte van het freatisch vlak is de laatste jaren in ons land op uitgebreide schaal verricht, waarbij bleek, dat beide elkaar op uiterst gelukkige wijze aanvullen. De waterstandsbuizen leveren daarbij objectieve gegevens, die echter te weinig in aantal zijn om een gedetailleerd beeld te kunnen geven. Daarentegen verkrijgt men uit een beoordeling van het bodemprofiel weliswaar enigszins subjectieve en door allerlei oorzaken niet altijd betrouwbare aanwijzingen, maar in een zeer groot aantal. Door een combinatie van

beide methoden kan dan ook het waarnemingsnet van de waterstandsbuizen op eenvoudige wijze zodanig worden verdicht, dat daaruit vrijwel puntsgewijs conclusies kunnen worden getrokken. Dergelijke conclusies zijn van zeer groot praktisch belang voor ieder, die belast is met het ontwerpen of tot stand brengen van objecten, die slechts een geringe oppervlakte innemen. Voor het maken van waterdichte kelders onder gebouwen zijn deze informatie van even veel belang als voor degene, die een spartelvijver ontwerpt voor kleuters, die enerzijds in droge zomers nog waterhoudend moet zijn, anderzijds in natte zomers niet gevaarlijk diep mag worden. Voor de bouwer van een betonnen zwembad, dat bij droogzetten niet mag opdrijven, is kennis omtrent de voorkomende grondwaterstanden evenzeer van fundamenteel belang als voor hem, die zich afvraagt of een bepaald stuk land al dan niet van een drainage moet worden voorzien of voor degene, die klachten over verdroging als gevolg van een nabij gelegen wateronttrekkingspunt op hun gegrondheid moet onderzoeken.

Tot nu toe hebben wij ons in het bijzonder bezig gehouden met onderwerpen, gelegen aan de periferie van hetgeen men als „de waterhuishouding van de bebouwbare aarde” zou kunnen beschouwen, namelijk die onderwerpen die grenzen aan en ten dele wel behoren tot de bodemkunde. Dit grensgebied vormt echter uitlopers, die tot in de meer centraal gelegen gedeelten van het vakgebied der agrohydrologie doordringen. Een van deze centrale vraagstukken is de doorlatendheid van de grond voor water. Volgens de beschouwingen, die hieraan in de stromingsleer worden gewijd, is de doorlatendheid van een met water verzadigde grond enerzijds afhankelijk van de eigenschappen van de vloeistof, met name dichtheid en viscositeit, anderzijds van de eigenschappen van het doorstroomde medium, de grond. Het spreekt daarbij vanzelf, dat de grootte van het contactvlak tussen beide fasen een belangrijke invloed uitoefent. Dit vlak immers is de zetel van de moleculaire krachten, die de beweging van het water belemmeren. De fundamentele betekenis van dit oppervlak is door Zunker reeds onderkend, toen hij voorstelde de textuur van zanden te karakteriseren door een getal, het U-cijfer, dat een maat is voor de grootte van dit oppervlak. Zowel uit experimentele gegevens als uit theoretische beschouwingen is gebleken, dat bij slibarme zandgronden de doorlatendheid in sterke mate met dit getal samenhangt. Het U-cijfer heeft evenwel als bezwaar, dat de definitie ervan vrij moeilijk is en dit is er vermoedelijk de oorzaak van geweest, dat het internationaal weinig verbreiding heeft gevonden. In het voetspoor van Hooghoudt is het in Nederland gedurende lange tijd veel gebruikt, maar ten slotte is het uit de bodemkunde nagenoeg verdwenen. Voor de cultuurtechnici is dit een nadeel, omdat de relatie

van dit cijfer met de doorlatendheid en ook met de capillaire eigenschappen van de grond een onmiddellijke vertaling van een bodemkundig gegeven in voor hen belangrijke begrippen mogelijk maakte.

Behalve voor de zanden is nog slechts voor enkele andere grondsoorten een verband gelegd tussen bodemkundige eigenschappen en hydrologische. De reden daarvan is, dat voor de meeste gronden de doorlatendheid in sterke mate afhangt van de aanwezigheid van makroskopische holten, die zich als gevolg van de bodemvorming hebben ontwikkeld. Deze makro-poriën zijn moeilijk te beschrijven, nog moeilijker te kwantificeren en bij de huidige stand van kennis is hun aanwezigheid zeker nog niet met voldoende nauwkeurigheid te vertalen in termen van hydraulische doorlatendheid. Toch staan ons ook hier moderne technische hulpmiddelen ten dienste, die reeds in de micromorfologie van de bodem worden gebruikt en waarmee het vraagstuk van de kwantificering tot oplossing kan worden gebracht. Een verdere verkenning van dit terrein zou kunnen leiden tot een vruchtbare samenwerking tussen bodemkundigen en hydrologen, waarbij de vertaling van de verkregen meetresultaten in hydrologische termen als doorlatendheid en waterbergend vermogen ongetwijfeld tot een belangrijke ontwikkeling van beide vakgebieden zou kunnen leiden.

De grote praktische betekenis van een dergelijke ontwikkeling blijkt wel hieruit, dat voor vele stromingsvraagstukken oplossingen bekend zijn en dat, indien dit voor een bepaald type vraagstuk niet het geval mocht zijn, men hetzij langs numerieke weg of door middel van model-onderzoek vrijwel steeds in staat is de gewenste oplossing met voldoende nauwkeurigheid te vinden. De vraagstelling is daardoor verschoven van de oplossing van stromingsproblemen naar de vaststelling van de gegevens, die voor deze oplossingen nodig zijn. Elke verbetering van meet- of schattingsmethoden van grootheden als doorlatendheid en bergend vermogen kan juist door de beschikbaarheid van de oplossingsmethoden onmiddellijk leiden tot voor de praktijk bruikbare uitkomsten. Het is in het verleden de verdienste van Hooghoudt geweest, dat hij niet alleen een zeer bruikbare oplossing heeft gegeven voor de stroming van water in een gedraineerde grond, maar dat hij tevens de weg heeft aangegeven om de voor de berekening benodigde constanten te bepalen. De boorgatenmethode, die daartoe door hem ontwikkeld en door Ernst vervolmaakt werd, is vooral dank zij haar gemakkelijke uitvoerbaarheid thans over de gehele wereld in gebruik.

Reeds bij de bespreking van de gegevens over grondwaterstanden is gewezen op het belang van het verkrijgen van informatie op bepaalde, zeer kleine gedeelten van het aardoppervlak. Voor de cultuurtechnicus komt daarbij nog als extra moeilijkheid bij, dat de objecten, waarover hij gedetailleerde gegevens wenst, dikwijls te

klein zijn om een zeer diepgaand en uitvoerig onderzoek te rechtvaardigen; bovendien is hij vaak genoodzaakt op zeer korte termijn beslissingen te nemen. Deze omstandigheden leiden dus juist in zijn werksfeer tot bijzondere eisen aan snelheid en eenvoudige hanteerbaarheid van zijn meetmethoden en schattingstechnieken, eisen, waaraan bijvoorbeeld de reeds genoemde boorgatenmethode in hoge mate voldoet. Hem kan op tweeërlei wijze hulp worden geboden, namelijk enerzijds door ontwikkeling van betere onderzoeksmethoden en anderzijds door een gedetailleerde kartering van die eigenschappen, waarnaar zijn belangstelling in bijzondere mate uitgaat.

Ook in wijder verband zal in de toekomst ongetwijfeld een steeds grotere behoefte bestaan aan op kaarten vastgelegde gegevens en aan betere meetmethoden. Met de bodemkunde heeft de agrohydrologie gemeen, dat het bestudeerde object, de bodem respectievelijk het water, in toenemende mate een schaars en gevraagd goed gaat worden, waarvan de goede eigenschappen ten volle moeten worden benut, terwijl de minder gunstige eigenschappen, voor zover dit technisch en economisch uitvoerbaar is, moeten worden verbeterd. Beide, zowel bodem als water hebben tevens gemeen, dat zij grotendeels door het groene plantendek worden benut. Zelfs in sterk geïndustrialiseerde landen is immers nog steeds het overgrote gedeelte van de bodem voor landbouw, bosbouw of recreatieve doeleinden in gebruik. Anderzijds is ook de landbouw in de meeste streken veruit de grootste verbruiker van het water, dat jaarlijks door de neerslag wordt aangevoerd. De verdamping van de landbouwgewassen, gerekend in de ruimste zin van het woord, overtreft bijna steeds het totale waterverbruik van industrie en bevolking en zelfs zal dit naar alle waarschijnlijkheid nog het geval zijn in een zo dicht bevolkt land als het onze omstreeks de komende eeuwwisseling zal zijn.

Het groene plantenkleed, dat het grootste gedeelte van de bodem bedekt en dat de grootste waterverbruiker vormt, is bovendien van bodem en water zeer afhankelijk. Verstoringen van de waterhuishouding, bijvoorbeeld als gevolg van onttrekking door andere gebruikers, geven dan ook al spoedig aanleiding tot een remming van de plantengroei.

Het zijn in ons land juist dergelijke plaatselijk optredende storingen geweest, die een belangrijke stoot hebben gegeven tot de zeer uitgebreide onderzoekingen over de waterhuishouding van de grond en de reacties van de gewassen en de landbouwbedrijven daarop, onderzoekingen die in de laatste decennia door velerlei instellingen maar in het bijzonder door Visser en zijn medewerkers zijn verricht.

Het schaarser wordende water werd in ons land tot voor kort grotendeels verzameld op plaatsen, waar het door de natuur werd

aangeboden. Dit geldt niet alleen voor de winning van drinkwater, maar ook voor de landbouw. Deze belangrijke waterverbruiker heeft zich in hoge mate aangepast bij de situaties, die in de natuur worden aangetroffen. Al zijn deze situaties vaak door menselijk ingrijpen verbeterd, toch is nog vrijwel steeds de oorspronkelijke toestand in het huidige gebruikspatroon terug te vinden, bijvoorbeeld in het bodemgebruik.

Bij een toenemende omvang van het waterverbruik zal dit verzamelen van water steeds minder kunnen bijdragen tot de voorziening in de behoeften. In steeds sterkere mate zal water aangewonnen moeten worden, zoals in het verleden land is aangewonnen om aan de toenemende vraag te kunnen voldoen. Daarbij zullen velerlei en vaak zeer uiteenlopende belangen met elkaar in overeenstemming gebracht moeten worden om aldus, in onderling overleg, optimale oplossingen te vinden.

Tussen grond en water beweegt zich ook de cultuurtechnicus. Misschien is het wel dezelfde jongen, die in het begin van deze rede een kuil groef in het strand en die nu, om het dichtlopen van een ontgraving beneden het grondwater te voorkomen, een bronbemaaling plaatst of een sloottalud van een betuining voorziet. Of die, indien hij anders geaard is, de waterafvoer en de daarmee verbonden grondwaterstromingen aan een nauwkeurige analyse onderwerpt.

De cultuurtechnicus zal door zijn binding met een zeer belangrijke waterverbruiker, de landbouw en door zijn ervaring met de ordening van het bodemgebruik, ongetwijfeld een belangrijk aandeel kunnen leveren in de oplossing van de vele vraagstukken, die aan het toenemende waterverbruik verbonden zijn. De problematiek kan verschillen en zal in een industrieland geheel anders zijn dan in een bevoeiingsgebied onder een semi-arië klimaat, maar in beide gevallen is het zeker, dat hij door toepassing van zijn kennis een belangrijke rol kan spelen bij het vinden van de juiste oplossing. Daarbij zal hij niet moeten schromen, zich buiten de grenzen van zijn eigenlijke vakgebied te wagen. Hij zal, integendeel, zijn bijzondere aandacht moeten schenken aan de aanrakingsvlakken met andere vakgebieden en bovenal moeten trachten de beoefenaren daarvan te verstaan en hun gedachtengang te volgen. Immers, juist bij de steeds ingewikkelder en veelzijdiger vraagstukken, waarvoor hij wordt gesteld, is samenspel onmisbaar. De betrekkingen tussen grond en water, zojuist geschetst, mogen daarbij dienen als een voorbeeld van een dergelijk samenspel uit het anorganische gedeelte van de natuur.

Aldus aan het einde gekomen van mijn rede, wil ik gaarne mijn ererbiedige dank betuigen aan Hare Majesteit de Koningin, die mij tot hoogleraar heeft benoemd.

Mijne Heren Leden van het Bestuur van de Landbouwhogeschool,
 Gaarne dank ik U voor het vertrouwen, dat U in mij hebt gesteld door mij voor te dragen voor benoeming tot hoogleraar in de Agrohydrologie. Ik hoop mij dit vertrouwen waardig te tonen door de Hogeschool naar beste vermogen te dienen. Voorts verwacht ik tezamen met U aan een verdere ontwikkeling van het vakgebied vorm en inhoud te kunnen geven.

Dames en Heren Hoogleraren, Lectoren en Docenten,

Het verheugt mij, maar ook vervult het mij met een zekere schroom, dat ik mij in Uw rijen zal mogen scharen. De wijze echter, waarop U mij reeds op velerlei gebied behulpzaam bent geweest geeft mij de overtuiging, dat er met velen Uwer een vruchtbare samenwerking zal ontstaan.

Hooggeleerde Reinders,

Steeds heb ik bewondering gekoesterd voor de methodiek van Uw onderwijs, een waardering die nog des te groter is geworden nu ik zelf op directe wijze met didactische vraagstukken in aanraking ben gekomen.

*Zeergeleerde Otto, Zeergeleerde Verhoeven, Weledelgestreng
 Hanraets, Weledelgestreng Westerhof,*

Als vertegenwoordigers van twee instellingen, de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders en de Grontmij, waarbij ik vele jaren het voorrecht heb gehad te mogen werken, wil ik tot U een woord van dank richten voor de wijze, waarop het mij bij beide instellingen is vergund naast het direct op de praktijk gerichte werk ook nieuwe mogelijkheden te verkennen.

Hooggeleerde Hellinga, Hooggeleerde Van Duin,

De wijze, waarop U mij in Uw midden hebt opgenomen en mij in mijn nieuwe werkring hebt ingeleid, stemt mij tot dankbaarheid. Nog vele malen zal ik een beroep op U moeten doen; ik heb daarbij de zekerheid bij U steeds een welwillend oor en goede raad te vinden.

Zeer geachte Medewerkers van de Afdeling Cultuurtechniek,

Met U hoop ik in nauw overleg een hechte werkgemeenschap op te bouwen. Uw geestdrift zal daarbij voor een groot gedeelte de verdere ontwikkeling van de afdeling bepalen.

Dames en Heren Studenten,

Dat ik in deze toespraak het laatst het woord richt tot U, moge U zien als een volgorde naar leeftijd, maar geenszins naar belangrijkheid. U immers vertegenwoordigt de toekomst van de land-

bouwkunde in al zijn schakeringen. Dat daarin de cultuurtechniek een zinvol, afwisselend en in hoge mate voldoening schenkend onderdeel vormt, kan ik U uit eigen ervaring verzekeren.

Al naar Uw geaardheid kunnen vele aspecten van Uw persoonlijkheid binnen dit vak tot ontplooiing komen. Het is zeker, dat naast Uw technische capaciteiten en vakkennis de bereidheid tot samenwerking met anderen en het vermogen tot aanpassing aan moeilijke omstandigheden voor Uw welslagen van grote betekenis zullen zijn.

Ik dank U voor Uw aandacht.
Ik heb gezegd.